

INT 8170 us
09/20.984



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 7月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-218006

出 願 人

Applicant(s):

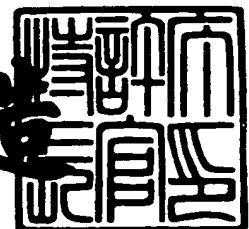
松下電器産業株式会社

Best Available Copy

2001年 8月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2931030017

【提出日】 平成13年 7月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01Q 3/26

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 宮野 謙太郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 深川 隆

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 岸上 高明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 長谷川 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-234444

【出願日】 平成12年 8月 2日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 円形アレーアンテナの励振方法およびその方法を用いた無線装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円形状に配置された N 個 (N は 2 以上の整数) のアンテナ素子を有するアレーアンテナの所望のアンテナパターンを得るための励振振幅位相を決めるアレーアンテナ励振方法であって、前記所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値を用いて、直線状に配置された N 個のアンテナ素子を有する直線アレーアンテナの励振重み付けを求め、前記直線アレーアンテナの励振重み付けから前記円形アレーアンテナの励振重み付けに変換することにより円形アレーアンテナの各アンテナ素子の励振重み付けを決定する円形アレーアンテナの励振方法。

【請求項 2】 所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から算出した値で定めた積分範囲でフーリエ級数展開して直線アレーアンテナの励振重み付けを求める請求項 1 記載の円形アレーアンテナの励振方法。

【請求項 3】 複数個のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナと、前記アレーアンテナの出力を受信し、前記アレーアンテナで受信された無線周波数信号を中間周波数信号またはベースバンド信号に変換して出力する受信周波数変換部と、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号に対して前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成し、受信信号として出力する受信ビーム形成部とを有する無線装置。

【請求項 4】 所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によってアレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合

せ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号を無線周波数に変換して出力する送信周波数変換部と、前記送信周波数変換部の出力を受けて無線信号として出力する複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナとを有する無線装置。

【請求項 5】 複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナと、前記アレーアンテナの出力を受信し、前記アレーアンテナで受信された無線周波数信号を中間周波数信号またはベースバンド信号に変換して出力する受信周波数変換部と、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力と前記受信周波数変換部の出力を受けて、前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号に対して前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成して受信信号として出力する受信ビーム形成部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記送信ビーム形成部の出力を受けて前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号を無線周波数に変換して前記アレーアンテナに出力する送信周波数変換部とを有する無線装置。

【請求項 6】 受信周波数変換部及びビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 3 記載の無線装置。

【請求項 7】 送信周波数変換部及びビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 4 記載の無線装置。

【請求項 8】 複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナと、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記アレーアンテナの出力と前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて前記アレーアンテナの出力に対して前記円形アレー励振

重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成し、受信信号として出力する受信ビーム形成部とを有する無線装置。

【請求項 9】 送信周波数変換部がなく、送信ビーム形成部はアレーアンテナと円形アレー励振重み付け算出部に接続され前記アレーアンテナに無線周波数信号を出力する請求項 4 記載の無線装置。所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によってアレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記送信ビーム形成部の出力を受けて無線信号として出力する複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナとを有する無線装置。

【請求項 10】 受信ビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 3 記載の無線装置。

【請求項 11】 送信ビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 4 記載の無線装置。

【請求項 12】 円形アレー励振重み付け算出部がビーム数又はパワーを設定できる請求項 3 乃至 11 のいずれか記載の無線装置。

【請求項 13】 トラフィックに応じて所望のアンテナパターンのビーム方向、ビーム幅、ビーム数又はパワーを算出する手段を持つ請求項 3 乃至 12 のいずれか記載の無線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動体通信などに利用される基地局用アンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

円形アレーのパターン合成に関しては、IEEE Trans. Ant. Prop., AP-16,11, pp.758-759,1968.に記載されている。この論文では、奇数素子の直線アレーの励振重み付けを同じ素子数の円形アレーの励振重み付けに変換する計算方法について述べられているが、アレーアンテナの素子数が奇数に限定されていた。

【 0 0 0 3 】

この方法を用いて奇数素子の直線アレーアンテナの励振重み付けを1素子少ない偶数素子の円形アレーの励振重み付けに変換するという、久保田 和雄，岩間 司，横山 光雄：“アレーアンテナを用いた可変ゾーンシステムの基礎的検討”，信学技報RCS59-76（1995-09）があるが、ビーム方向とビーム幅でアンテナパターンを制御していなかった。

【 0 0 0 4 】

セクタアンテナの各セクタビームのビーム幅とビーム方向を適応制御するアダプティブアンテナとして、特開平10-126139号公報があるが、アンテナパターンが選択性のものであった。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

近年、移動体通信の利用者数の増大によって、いかに周波数の有効利用を行うかということが課題となっている。その有効利用のための技術として、セル半径の狭小化、セクタ化などがある。そのセクタアンテナであるが、現在基地局に使われているセクタビームは固定である。

【 0 0 0 6 】

そこで、セクタアンテナのアンテナパターンをアダプティブに変化させることができれば、刻々と変わるトラフィックに対して、トラフィックが集中しているところ、あるいはそうでないところに対して、最適なビームを形成することができ、周波数の有効利用が可能になる。

【 0 0 0 7 】

しかし、従来方法では、セクタアンテナのアンテナパターンとしてビーム方向とビーム幅によって任意のパターンを用意できるものがなかった。

そこで、本発明は、アンテナパターンとしてビーム方向とビーム幅から任意のも

のを用意することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明は、アンテナ素子の励振重み付けの計算として従来の手法を拡張し、偶数素子の直線アレーの励振重み付けを同じ素子数の円形アレーの励振重み付けに変換する計算方法を確立するとともに、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅から算出した値を用いて直線アレーの重み付けを計算し、直線アレーの重み付けから円形アレーの重み付けに変換することにより、ビーム方向およびビーム幅によって任意のアンテナパターンを用意することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1記載の発明は、円形状に配置されたN個（Nは2以上の整数）のアンテナ素子を有するアレーアンテナの所望のアンテナパターンを得るための励振振幅位相を決めるアレーアンテナ励振方法であって、前記所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の2つの値を用いて、直線状に配置されたN個のアンテナ素子を有する直線アレーアンテナの励振重み付けを求め、前記直線アレーアンテナの励振重み付けから前記円形アレーアンテナの励振重み付けに変換することにより円形アレーアンテナの各アンテナ素子の励振重み付けを決定する円形アレーアンテナの励振方法であり、任意のビーム方向とビーム幅から所望のアンテナパターンを算出することができるという作用を有する。

【0010】

本発明の請求項2記載の発明は、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の2つの値から算出した値で定めた積分範囲でフーリエ級数展開して直線アレーアンテナの励振重み付けを求める請求項1記載の円形アレーアンテナの励振方法であり、任意のビーム方向とビーム幅から所望のアンテナパターンを算出することができるという作用を有する。

【0011】

本発明の請求項3記載の発明は、複数個のアンテナ素子が円形状に配置された

アレーアンテナと、前記アレーアンテナの出力を受信し、前記アレーアンテナで受信された無線周波数信号を中間周波数信号またはベースバンド信号に変換して出力する受信周波数変換部と、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の2つの値から請求項1又は2記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号に対して前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成し、受信信号として出力する受信ビーム形成部とを有する無線装置であって、任意の受信パターンを得ることができるという作用を有する。

【0012】

本発明の請求項4記載の発明は、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の2つの値から請求項1又は2記載の方法によってアレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号を無線周波数に変換して出力する送信周波数変換部と、前記送信周波数変換部の出力を受けて無線信号として出力する複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナとを有する無線装置であって、任意の送信パターンを得ることができるという作用を有する。

【0013】

本発明の請求項5記載の発明は、複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナと、前記アレーアンテナの出力を受信し、前記アレーアンテナで受信された無線周波数信号を中間周波数信号またはベースバンド信号に変換して出力する受信周波数変換部と、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の2つの値から請求項1又は2記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力と前記受信周波数変換部の出力を受けて、前記中間周波数信号ま

たは前記ベースバンド信号に対して前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成して受信信号として出力する受信ビーム形成部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記送信ビーム形成部の出力を受けて前記中間周波数信号または前記ベースバンド信号を無線周波数に変換して前記アレーアンテナに出力する送信周波数変換部とを有する無線装置であって、任意の送受信パターンを得ることができるという作用を有する。

【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 6 記載の発明は、受信周波数変換部及びビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 3 記載の無線装置であって、複数個の任意の受信パターンを得ることができるという作用を有する。

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 7 記載の発明は、送信周波数変換部及びビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 4 記載の無線装置であって、複数個の任意の送信パターンを得ることができるという作用を有する。

【 0 0 1 6 】

本発明の請求項 8 記載の発明は、複数個のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナと、所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によって前記アレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記アレーアンテナの出力と前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて前記アレーアンテナの出力に対して前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ合成し、受信信号として出力する受信ビーム形成部とを有する無線装置であり、構成が簡単になるという作用を有する。

【 0 0 1 7 】

本発明の請求項 9 記載の発明は、送信周波数変換部がなく、送信ビーム形成部はアレーアンテナと円形アレー励振重み付け算出部に接続され前記アレーアンテ

ナに無線周波数信号を出力する請求項 4 記載の無線装置。所望のアンテナパターンのビーム方向とビーム幅の 2 つの値から請求項 1 又は 2 記載の方法によってアレーアンテナの励振重み付けを算出する円形アレー励振重み付け算出部と、前記円形アレー励振重み付け算出部の出力を受けて、送信信号を前記アレーアンテナのアンテナ素子数に分配し、前記円形アレー励振重み付け算出部で求めた前記アレーアンテナの励振重み付けを掛け合わせ中間周波数信号またはベースバンド信号を出力する送信ビーム形成部と、前記送信ビーム形成部の出力を受けて無線信号として出力する複数のアンテナ素子が円形状に配置されたアレーアンテナとを有する無線装置であり、構成が簡単になるという作用を有する。

【 0 0 1 8 】

本発明の請求項 1 0 記載の発明は、受信ビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 3 記載の無線装置であって、複数の周波数の異なる任意の受信パターンを得ることができるという作用を有する。

【 0 0 1 9 】

本発明の請求項 1 1 記載の発明は、送信ビーム形成部を複数有し、互いに並列に接続されている請求項 4 記載の無線装置であって、複数の周波数の異なる任意の送信パターンを得ることができるという作用を有する。

【 0 0 2 0 】

本発明の請求項 1 2 記載の発明は、円形アレー励振重み付け算出部がビーム数又はパワーを設定できる請求項 3 乃至 1 1 のいずれか記載の無線装置であり、複数の異なるパターンのビームを送受信できるという作用を有する。

【 0 0 2 1 】

本発明の請求項 1 3 記載の発明は、トラフィックに応じて所望のアンテナパターンのビーム方向、ビーム幅、ビーム数又はパワーを算出する手段を持つ請求項 3 乃至 1 2 のいずれか記載の無線装置であり、トラフィックに応じてアンテナパターンをアダプティブに変化させることができるという作用を有する。

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 1 3 を用いて説明する。

【 0 0 2 3 】

（実施の形態 1）

本実施の形態では、アンテナの素子数が偶数（2M）の場合の具体的な計算方法について説明する。図 1（a）はアンテナ素子数が偶数の場合の円形アレーアンテナの配置図である。また、図 2 は円形アレー励振重み付け算出方法を示すフローチャートである。

【0024】

各アンテナ素子 101 は半径 a の円周上に原点（0° 方向）から等角度間隔 π/M で半時計回りに配置する。

【0025】

直線 2N 素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は、

【0026】

【数 1】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=-N+1}^N B_n e^{j \frac{2\pi d}{\lambda} (2n-1) \cos \theta} \text{ あるいは } \sum_{n=-N}^{N-1} B_n e^{j \frac{2\pi d}{\lambda} (2n-1) \cos \theta} \quad (1)$$

【0027】

と表せる。ただし、（数 1）における、 B_n はアンテナ素子 n の振幅と位相、d は各アンテナの素子間隔、 θ は角度、 λ は波長である。ここでは、n が $-N+1$ から N の場合について説明する。また、円形 2M 素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は、

【0028】

【数 2】

$$E_0(\theta) = \sum_{m=0}^{2M-1} A_m e^{j \frac{2\pi a}{\lambda} \cos(\theta - \frac{m}{M}\pi)} \quad (2)$$

【0029】

と表せる。ただし、（数 2）における、 A_m はアンテナ素子 m の振幅と位相、a は円の半径である。

【0030】

一般的に、フーリエ変換は（数3）、（数4）の関係がある。

【0031】

【数3】

$$B_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} E_0(\theta) e^{-jn\theta} d\theta \quad (3)$$

【0032】

【数4】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=-N+1}^N B_n e^{jn\theta} \quad (4)$$

【0033】

ここで、（数1）を（数4）と見なすと、（数2）と（数4）は等しいので、

【0034】

【数5】

$$\sum_{m=0}^{2M-1} A_m e^{j\frac{2\pi}{\lambda} a \cos(\theta - \frac{m}{M}\pi)} = \sum_{n=-N+1}^N B_n e^{jn\theta} \quad (5)$$

【0035】

となる。よって、（数3）に（数5）の左辺を代入することにより、

【0036】

【数6】

$$B_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sum_{m=0}^{2M-1} A_m e^{j\frac{2\pi}{\lambda} a \cos(\theta - \frac{m}{M}\pi)} e^{-jn\theta} d(\theta - \frac{m}{M}\pi) \quad (6)$$

【0037】

となる。ここで、 $q-p=j$ とおくと、

【0038】

【数 7】

$$B_n = \alpha_n \sum_{m=0}^{2M-1} A_m e^{-jn \frac{m}{M} \pi}, (\text{ただし、} \alpha_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{j(\frac{2\pi}{\lambda} a \cos \varphi - n \varphi)} d\varphi) \quad (7)$$

【0039】

となり、(数 7) より、

【0040】

【数 8】

$$\frac{B_n}{\alpha_n} = \sum_{m=0}^{2M-1} A_m e^{-jn \frac{m}{M} \pi} \quad (8)$$

【0041】

と表せる。(数 8) を行列で表すと、

【0042】

【数 9】

$$\begin{matrix} n=-N+1, m=0 \\ n=-N+2, m=1 \\ \vdots \\ n=N, m=2M-1 \end{matrix} \begin{pmatrix} \frac{B_{-N+1}}{\alpha_{-N+1}} \\ \frac{B_{-N+2}}{\alpha_{-N+2}} \\ \vdots \\ \frac{B_N}{\alpha_N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{-j(-N+1)\frac{0}{M}\pi} & \cdots & e^{-j(-N+1)\frac{2M-1}{M}\pi} \\ e^{-j(-N+2)\frac{0}{M}\pi} & \cdots & e^{-j(-N+2)\frac{2M-1}{M}\pi} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-jN\frac{0}{M}\pi} & \cdots & e^{-jN\frac{2M-1}{M}\pi} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_0 \\ A_1 \\ \vdots \\ A_{2M-1} \end{pmatrix} \quad (9)$$

【0043】

となる。(数 9) は、このように、 $C = E \cdot A$ と表せる。

【0044】

ここで、両辺に E の逆行列 E^{-1} をかけることにより、 A を求めることができ、円形アレーの各素子の振幅と位相を得ることができる。また、この A を求める際

に、クロネッカーのデルタを導入することも可能である。具体的には、

【0045】

【数10】

$$A_m = \frac{1}{2N} \sum_{n=-N+1}^N \frac{B_n}{\alpha_n} e^{-jn \frac{m}{N} \pi} \quad (10)$$

【0046】

となる。

【0047】

ここで、ビーム方向とビーム幅によって円形アレーのアンテナパターンを制御するために、(数1)から直線アレーの重み付け B_n を計算する際の積分範囲である(数10)と(数11)を用意する。

【0048】

円形アレーの配置を図1(a)、直線アレーの配置を図3のようにし、例えば d が 0.5λ のとき、円形アレーのビーム方向とビーム幅と、直線アレーのビーム方向とビーム幅との関係は、図4に示すようになる。例えば、円形アレーのビーム方向が 0° でビーム幅が 180° のビーム($-90^\circ \sim 90^\circ$)は、直線アレーのビーム方向が 90° でビーム幅が 60° のビーム($120^\circ \sim 60^\circ$)を示す。実際に直線アレーの重み付け B_n を求める際には $\cos \theta$ がパラメータになるので、積分範囲は $-0.5 \sim 0.5$ ($\cos 120^\circ \sim \cos 60^\circ$)になる。

【0049】

円形アレーのビーム方向が 180° 以上、あるいは -180° 以下の場合、本来 $\cos \theta$ は $-1 \sim 1$ の範囲でしか存在しないが、図4の延長で、図5に示すように、単純に円形アレーの 360° は直線アレーの $\cos \theta = 2$ に対応し、円形アレーの -360° は直線アレーの $\cos \theta = -2$ に対応する。

【0050】

また、 $d = 0.5\lambda$ ではない場合は、 $\cos \theta$ に $\lambda/2d$ をかけた値が積分範囲になり、これらの関係をまとめたものが、下記に示す(数11)と(数12)

である。

【0051】

【数11】

$$r_0 = \frac{2 \times D + W}{360} \times \frac{\lambda}{2d} \quad (11)$$

【0052】

ただし、(数11)における、Dはビーム方向、Wはビーム幅であり、所望の円形アレーのアンテナパターンのパラメータである。

【0053】

【数12】

$$r_1 = \frac{2 \times D - W}{360} \times \frac{\lambda}{2d} \quad (12)$$

【0054】

この(数11)と(数12)を使って、(数1)の B_n を求める際に、アレーファクター $E_0(\theta)$ が r_1 から r_0 の範囲で1として逆フーリエ変換によって求めると、所望のビーム方向およびビーム幅を持ったアンテナパターンが生成され、 B_n は、

【0055】

【数13】

$$B_n = \frac{d}{\lambda} \int_{r_1}^{r_0} 1 e^{-j \frac{2\pi d}{\lambda^2} (2n-1)x} dx \quad (13)$$

【0056】

となる。

【0057】

dが 0.5λ のときは、 $r_0 = (2 \times D + W) / 360$ 、 $r_1 = (2 \times D - W) / 360$ である。また、パワーを変化させたいときは、 $E_0(\theta)$ が r_1 から r_0 の範

図で1ではない値に設定することによって可能である。

【0058】

これにより、任意のアンテナ素子数（偶数）を持つアレーアンテナに対して、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを得ることができる。また、（数11）と（数12）の代わりに、 $\cos(D-W/2)$ と $\cos(D+W/2)$ を用いることにより、直線アレーに関して、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを得ることも可能である。ただし、図3に示すように、直線アレーが配置されている方向を原点（0° 方向）とする。この積分範囲およびアレーファクターは原点（0° 方向）が変われば、適宜設定し直す必要がある。

【0059】

この方法による12素子の円形アレーアンテナ（素子間隔が 0.5λ ）を用いたときのアンテナパターンの例を図6に示す。図6（a）はビーム方向が0°・ビーム幅が60°であり、図6（b）はビーム方向が135°・ビーム幅が180°であり、図6（c）はビーム方向が270°・ビーム幅が300°である。

ビームを複数方向に作る場合は、（数11）と（数12）から生成される積分範囲を複数用意すればよく、2方向の場合は、 r_{1a} から r_{0a} と r_{1b} から r_{0b} とすればよい。

【0060】

例えば、 d が 0.5λ で、90° 方向に60° 幅、-90° 方向に60° 幅のビームを形成したい場合は、 $1/3 \sim 2/3$ と $-2/3 \sim -1/3$ が積分範囲となり、 B_n は、

【0061】

【数14】

$$B_n = \frac{d}{\lambda} \int_{1/3}^{2/3} 1 e^{-j \frac{2\pi d}{\lambda} \frac{x}{2} (2n-1)} dx + \frac{d}{\lambda} \int_{-2/3}^{-1/3} 1 e^{-j \frac{2\pi d}{\lambda} \frac{x}{2} (2n-1)} dx \quad (14)$$

【0062】

となる。

【 0 0 6 3 】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、アンテナの素子数が奇数 ($2M+1$) の場合の具体的な計算方法について説明する。図 1 (b) はアンテナ素子数が奇数の場合の円形アレーアンテナの配置図である。

【 0 0 6 4 】

各アンテナ素子 101 は半径 a の円周上に原点 (0° 方向) から等角度間隔 $2\pi / (2M+1)$ で半時計回りに配置する。

【 0 0 6 5 】

ここで、実施の形態 1 と異なる点は、アレーファクターの式が異なるだけである。直線 $2N+1$ 素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は、

【 0 0 6 6 】

【数 1 5】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=-N}^N B_n e^{j \frac{2\pi}{\lambda} n d \cos \theta} \quad (15)$$

【 0 0 6 7 】

と表せる。また、円形 $2M+1$ 素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は

【 0 0 6 8 】

【数 1 6】

$$E_0(\theta) = \sum_{m=0}^{2M} A_m e^{j \frac{2\pi}{\lambda} a \cos(\theta - \frac{2m}{2M+1}\pi)} \quad (16)$$

【 0 0 6 9 】

と表せる。このように、(数 1) が (数 1 5) に、(数 2) が (数 1 6) に置き換わるだけで、あとの算出方法は実施の形態 1 と同じである。これにより、任意のアンテナ素子数 (奇数) を持つアレーアンテナに対して、任意のビーム方向と

ビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを得ることができる。

【0070】

(実施の形態3)

本実施の形態では、アンテナの素子数が任意の場合の具体的な計算方法について説明する。図1(c)はアンテナ素子数が任意(M)の場合の円形アレーアンテナの配置図である。

【0071】

各アンテナ素子101は半径aの円周上に原点(0°方向)から等角度間隔 $2\pi/M$ で半時計回りに配置する。

【0072】

ここで、実施の形態1と異なる点は、アレーファクターの式が異なるだけである。直線N素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は、

【0073】

【数17】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=0}^{N-1} B_n e^{j\frac{2\pi}{\lambda} nd \cos \theta} \quad (17)$$

【0074】

と表せる。また、Nが偶数で $N = 2L$ の場合は、

【0075】

【数18】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=-L+1}^L B_n e^{j\frac{2\pi}{\lambda} nd \cos \theta} \text{あるいは} \sum_{n=-L}^{L-1} B_n e^{j\frac{2\pi}{\lambda} nd \cos \theta} \quad (18)$$

【0076】

と表せ、Nが奇数の場合で $N = 2L+1$ の場合は、

【0077】

【数 19】

$$E_0(\theta) = \sum_{n=-L}^L B_n e^{j \frac{2\pi}{\lambda} n d \cos \theta} \quad (19)$$

【0078】

と表せる。また、円形M素子アレーの場合のアレーファクター $E_0(\theta)$ は、

【0079】

【数 20】

$$E_0(\theta) = \sum_{m=0}^{M-1} A_m e^{j \frac{2\pi}{\lambda} a \cos(\theta - \frac{2m}{M}\pi)} \quad (20)$$

【0080】

と表せる。このように、(数 1) が (数 17) または (数 18) または (数 19) に、(数 2) が (数 20) に置き換わるだけで、あとの算出方法は実施の形態 1 と同じである。これにより、任意のアンテナ素子数を持つアレーアンテナに対して、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを得ることができる。

【0081】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法を用いた受信装置について説明する。図 7 は本実施形態における受信装置を示すブロック図である。

【0082】

受信アレーアンテナ 301 は、円形状に配置された複数の受信アンテナ素子 302 で構成されている。受信アンテナ素子 302 で受信された受信無線周波数 303 は、受信周波数変換部 304 に入力され、中間周波数信号またはベースバンド信号 305 に変換され、受信ビーム形成部 306 に出力される。

【0083】

円形アレー励振重み付け算出部 310 は、任意のビーム方向とビーム幅によっ

て定義される所望のアンテナパターンを形成する円形アレー励振重み付け 3 1 1 を算出し、前記受信ビーム形成部 3 0 6 に前記円形アレー励振重み付け 3 1 1 を出力する。前記受信ビーム形成部 3 0 6 に入力された前記中間周波数信号またはベースバンド信号 3 0 5 に、前記受信ビーム形成部 3 0 6 に入力された前記円形アレー励振重み付け 3 1 1 を掛け合わせ合成することによってビーム形成がなされ、受信信号 3 0 7 に変換され出力される。これにより、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望の受信アンテナパターンを得ることができる。

【 0 0 8 4 】

また、ビーム数およびパワーの設定も行うような場合は、図 8 に示すように、円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 にビーム数 3 1 2 とパワー 3 1 3 の設定を行うようにする構成も可能である。

【 0 0 8 5 】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法を用いた送信装置について説明する。図 9 は本実施形態における送信装置を示すブロック図である。

【 0 0 8 6 】

送信アレーアンテナ 4 0 1 は、円形状に配置された複数の送信アンテナ素子 4 0 2 で構成されている。円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 は、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを形成する円形アレー励振重み付け 3 1 1 を算出し、送信ビーム形成部 4 0 6 に前記円形アレー励振重み付け 3 1 1 を出力する。

【 0 0 8 7 】

前記送信ビーム形成部 4 0 6 に入力された送信信号 4 0 7 は、前記複数の送信アンテナ素子数に分配され、前記送信ビーム形成部 4 0 6 に入力された前記円形アレー励振重み付け 3 1 1 を掛け合わせることによって、中間周波数信号またはベースバンド信号 4 0 5 に変換され、送信周波数変換部 4 0 4 に出力される。前記中間周波数信号またはベースバンド信号 4 0 5 は、前記送信周波数変換部 4 0 4 に入力され、送信無線周波数 4 0 3 に変換され、前記送信アレーアンテナ 4

01に出力される。これにより、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望の送信アンテナパターンを得ることができる。

【0088】

また、実施の形態4と同様に、ビーム数およびパワーの設定も行うような場合は、円形アレー励振重み付け算出部310にビーム数312とパワー313の設定を行うようにする構成も可能である。

【0089】

(実施の形態6)

本実施の形態では、実施の形態4における受信装置で受信周波数変換部がない例について説明する。

【0090】

受信ビーム形成部306に受信アレーアンテナ301で受信された無線周波数303が直接入力された場合、前記無線周波数303に円形アレー励振重み付け311を掛け合わせ合成することによってビーム形成がなされ、受信信号307に変換され出力される。これにより、前記受信ビーム形成部306に入力される信号は中間周波数信号あるいはベースバンド信号などに制限されないことになる。

【0091】

(実施の形態7)

本実施の形態では、実施の形態5における送信装置で送信周波数変換部がない例について説明する。

【0092】

送信ビーム形成部406に送信信号407として直接無線周波数が入力された場合、アンテナ素子数に分配され、円形アレー励振重み付け311を掛け合わされて出力されたものは、直接送信無線周波数403になっており、そのまま送信アレーアンテナ401から出力されることになる。これにより、前記送信ビーム形成部406から出力される信号は中間周波数信号あるいはベースバンド信号などに制限されないことになる。

【0093】

(実施の形態 8)

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法を用いた送受信装置について説明する。図 1 0 は本実施形態における送受信装置を示すブロック図である。

【0094】

送受信共用アレーアンテナ 5 0 1 は、円形状に配置された複数の送受信共用アンテナ素子 5 0 2 で構成されている。円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 は、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを形成する円形アレー励振重み付け 3 1 1 を算出し、受信ビーム形成部 3 0 6 および送信ビーム形成部 4 0 6 に前記円形アレー励振重み付け 3 1 1 を出力する。

【0095】

ただし、このときの所望のアンテナパターンは必ずしも送信、受信で同じである必要はない。受信に関しては実施の形態 4 における受信装置、送信に関しては実施の形態 5 における送信装置と同じである。これにより、1 つの送受信共用アンテナで送信と受信で同じあるいは異なる任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを得ることができる。

【0096】

また、実施の形態 4 と同様に、ビーム数およびパワーの設定も行うような場合は、円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 にビーム数 3 1 2 とパワー 3 1 3 の設定を行うようにする構成も可能である。

【0097】

(実施の形態 9)

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法を用いた複数のビームを形成する送受信装置について説明する。図 1 1 は本実施形態における複数のアンテナパターンを送受信する装置を示すブロック図である。

【0098】

複数のパターンを作成するので、円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 はビーム数 3 1 2 および各ビームのパワー 3 1 3 も入力されるようになっている。ただ

し、ビーム数およびそのパワーが固定の場合はその入力部分を省くことも可能である。

【 0 0 9 9 】

周波数変換部 6 0 1 は実施の形態 4 における受信周波数変換部 3 0 4 あるいは実施の形態 5 おける送信周波数変換部 4 0 4 あるいは両方を含んでおり、ビーム形成部 6 0 3 は実施の形態 4 における受信ビーム形成部 3 0 6 あるいは実施の形態 5 おける送信ビーム形成部 4 0 6 あるいは両方を含んでいる。

【 0 1 0 0 】

前記周波数変換部 6 0 1 に前記ビーム形成部 6 0 3 を並列に複数個接続することにより、送受信共用アンテナ 5 0 1 から任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンが異なる複数個のアンテナパターンを同時に送信あるいは受信あるいは送受信することができる。これにより、本実施の形態では 1 つの周波数で複数個のアンテナパターンを作成することができるので、CDMA、TDMA に応用することができる。

【 0 1 0 1 】

また、各前記ビーム形成部 6 0 3 に対してそれぞれ前記円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 を接続した構成も可能である。

【 0 1 0 2 】

(実施の形態 1 0)

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法を用いた周波数の異なる複数のビームを形成する送受信装置について説明する。図 1 2 は本実施形態における周波数の異なる複数のアンテナパターンを送受信する装置を示すブロック図である。

【 0 1 0 3 】

本実施の形態では、実施の形態 9 における周波数変換部 6 0 1 が送受信共用アンテナ 5 0 1 に並列に複数個接続されており、前記送受信共用アンテナ 5 0 1 から任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンが異なる複数個のアンテナパターンを同時に送信あるいは受信あるいは送受信することができる。また、複数のパターンを作成するので、円形アレー励振重み付け算

出部 310 はビーム数 312 および各ビームのパワー 313 も入力されるようになっている。ただし、ビーム数およびそのパワーが固定の場合はその入力部分を省くことも可能である。

【0104】

例えば、周波数変換部以下が 3 つ並列の場合、 0° 方向に 120° 幅（周波数 f_0 ）、 120° 方向に 120° 幅（周波数 f_1 ）、 240° 方向に 120° 幅（周波数 f_2 ）のビームを形成すると、現在、携帯電話の基地局に使用されている 3 セクタアンテナを実現することが可能である。これにより、本実施の形態では周波数の異なる複数個のアンテナパターンを作成することができるので、FDMA に応用することができる。

【0105】

（実施の形態 11）

本実施の形態では、実施の形態 8、9 および 10 における送受共用アンテナ 501 について説明する。

【0106】

前記送受信共用アンテナ 501 は受信無線周波数 303 と送信無線周波数 403 の周波数帯域が近い場合は送受信が可能だが、前記受信無線周波数 303 と前記送信無線周波数 403 の周波数帯域が離れている場合は、1 つの前記送受共用アンテナ 501 で送受信することは難しい。その場合は、受信に関しては受信アレーアンテナ 301、送信に関しては送信アレーアンテナ 401 の両方のアンテナが必要になる。これにより、受信と送信の周波数帯域が大きく違っても、送受信することが可能である。

【0107】

（実施の形態 12）

本実施の形態では、実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法の際に用いるビーム方向 308 とビーム幅 309 について説明する。図 13 は本実施形態における所望パターンを得る手段のブロック図である。

【0108】

前記ビーム方向 308 と前記ビーム幅 309 を設定することにより、任意の前

記ビーム方向 3 0 8 と前記ビーム幅 3 0 9 によって定義される所望のアンテナパターンを得ることができるが、前記ビーム方向 3 0 8 と前記ビーム幅 3 0 9 を決定する手段として、到来方向を推定するという方法がある。刻々と変わるトラフィックに対し到来方法推定部 9 0 1 より出力される到来方法推定結果 9 0 2 の統計処理を統計処理部 9 0 3 で行うことにより、リアルタイムにトラフィック環境に対する所望のアンテナパターンのビーム方向 3 0 8 とビーム幅 3 0 9 を算出し、前記統計処理部 9 0 3 から出力するというものである。これにより、トラフィックに適応したアダプティブアンテナを実現することが可能である。

【 0 1 0 9 】

また、統計処理部 9 0 3 の出力にビーム数およびパワーを加える構成も可能である。例えば、統計処理部 9 0 3 の処理結果が 2 方向にトラフィックが集中しているという結果だった場合、ビーム数は 2 である。

【 0 1 1 0 】

(実施の形態 1 3)

本実施の形態では、実施の形態 4 から 1 2 における、円形状に配置された複数個のアンテナ素子で構成されているアレーアンテナについて説明する。

【 0 1 1 1 】

実施の形態 1 または 2 または 3 における円形アレー励振重み付け算出方法は実施の形態 1 で述べたように直線アレー励振重み付け算出方法にも応用できるので、実施の形態 4 から 1 2 における複数個のアンテナ素子は直線状に配置しても構わない。また、複数のアレーアンテナを持つ構成にする場合は、直線アレーアンテナと円形アレーアンテナの組み合わせも可能である。

【 0 1 1 2 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、任意のビーム方向とビーム幅という 2 つのパラメータによって定義される所望のアンテナパターンを円形アレーアンテナで形成することができるので、アダプティブなセクタアンテナを構成することが可能である。これにより、現在のビーム固定のセクタアンテナよりも、周波数の有効利用が可能であるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態による円形アレーアンテナの配置を示す図

【図 2】

本発明の一実施の形態による円形アレー励振重み付け算出方法を示すフローチャート

【図 3】

本発明の一実施の形態による直線アレーアンテナの配置を示す図

【図 4】

本発明の一実施の形態による直線アレーと円形アレーの関係を示す図

【図 5】

本発明の一実施の形態による直線アレーと円形アレーの関係を示す図

【図 6】

本発明の一実施の形態によるアンテナパターンを示す図

【図 7】

本発明の一実施の形態による受信装置を示すブロック図

【図 8】

本発明の一実施の形態による円形アレー励振重み付けを示すブロック図

【図 9】

本発明の一実施の形態による送信装置を示すブロック図

【図 10】

本発明の一実施の形態による送受信装置を示すブロック図

【図 11】

本発明の一実施の形態による複数のアンテナパターンを送受信する装置を示すブロック図

【図 12】

本発明の一実施の形態による周波数の異なる複数のアンテナパターンを送受信する装置を示すブロック図

【図 13】

本発明の一実施の形態によるビーム方向とビーム幅を算出する手段を示すブロック図

【符号の説明】

- 1 0 1 アンテナ素子
- 3 0 1 受信アレーアンテナ
- 3 0 2 受信アンテナ素子
- 3 0 3 受信無線周波数
- 3 0 4 受信周波数変換部
- 3 0 5 中間周波数信号またはベースバンド信号
- 3 0 6 受信ビーム形成部
- 3 0 7 受信信号
- 3 0 8 ビーム方向
- 3 0 9 ビーム幅
- 3 1 0 円形アレー励振重み付け算出部
- 3 1 1 円形アレー励振重み付け
- 3 1 2 ビーム数
- 3 1 3 パワー
- 4 0 1 送信アレーアンテナ
- 4 0 2 送信アンテナ素子
- 4 0 3 送信無線周波数
- 4 0 4 送信周波数変換部
- 4 0 5 中間周波数信号またはベースバンド信号
- 4 0 6 送信ビーム形成部
- 4 0 7 送信信号
- 5 0 1 送受信共用アレーアンテナ
- 5 0 2 送受信共用アンテナ素子
- 5 0 3 受信無線周波数または送信無線周波数
- 6 0 1 受信周波数変換部または送信周波数変換部
- 6 0 2 中間周波数信号またはベースバンド信号

6 0 3 受信ビーム形成部または送信ビーム形成部

6 0 4 受信信号または送信信号

9 0 1 到来方向推定部

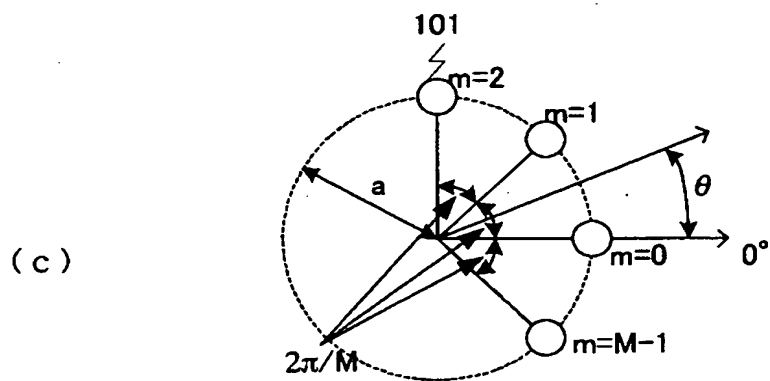
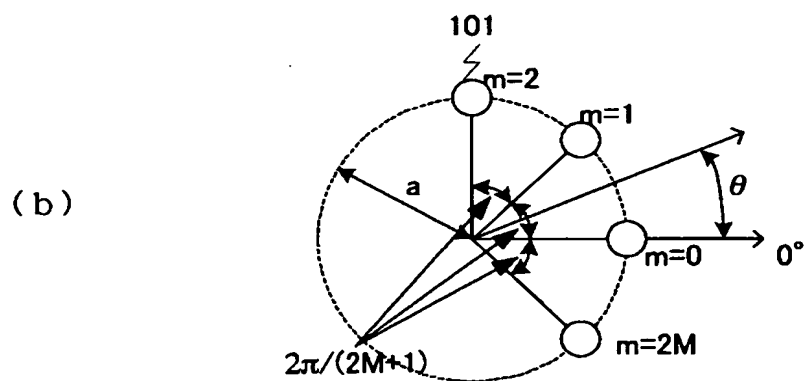
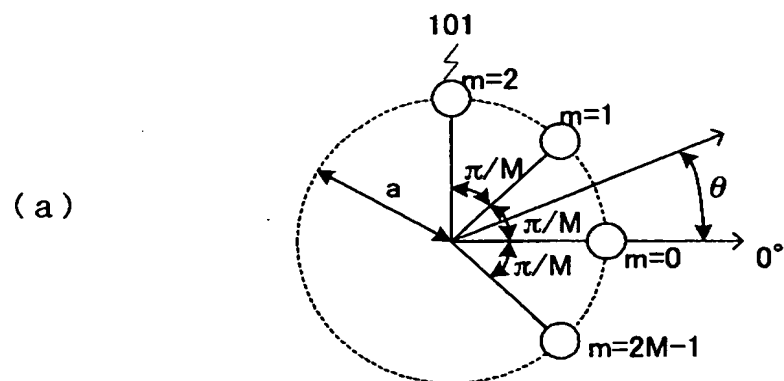
9 0 2 到来方向推定結果

9 0 3 統計処理部

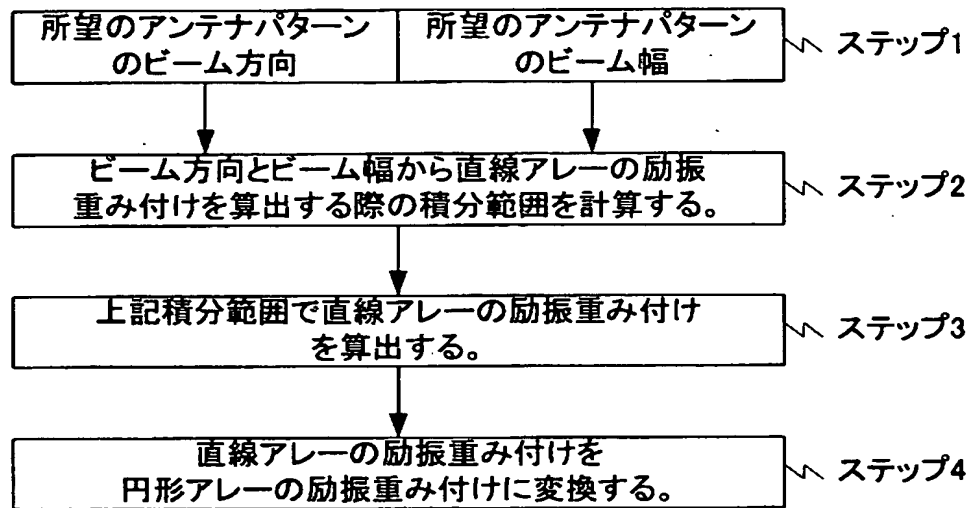
【書類名】

図面

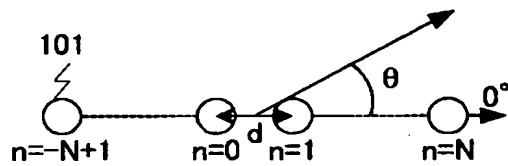
【図 1】



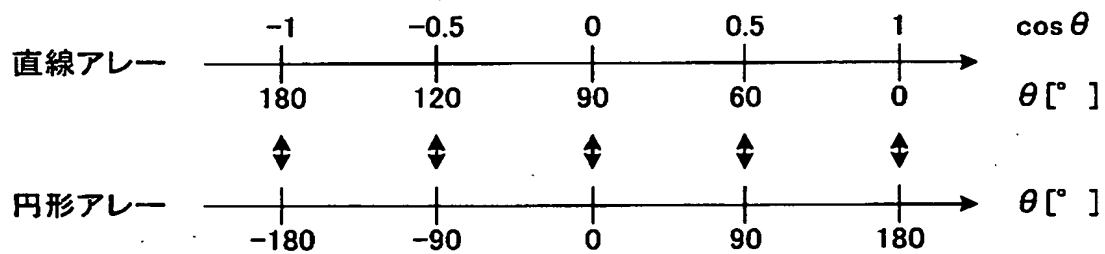
【図 2】



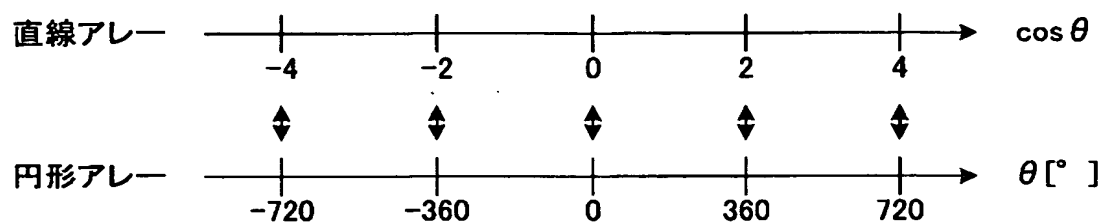
【図 3】



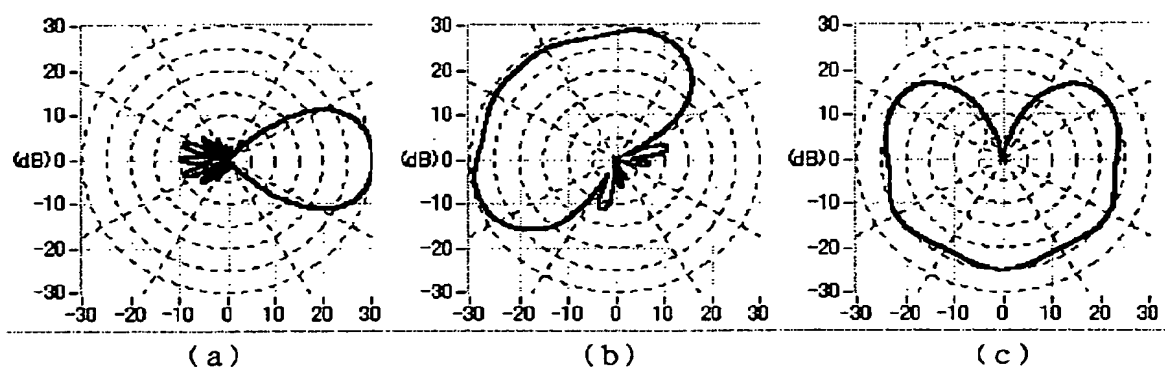
【図 4】



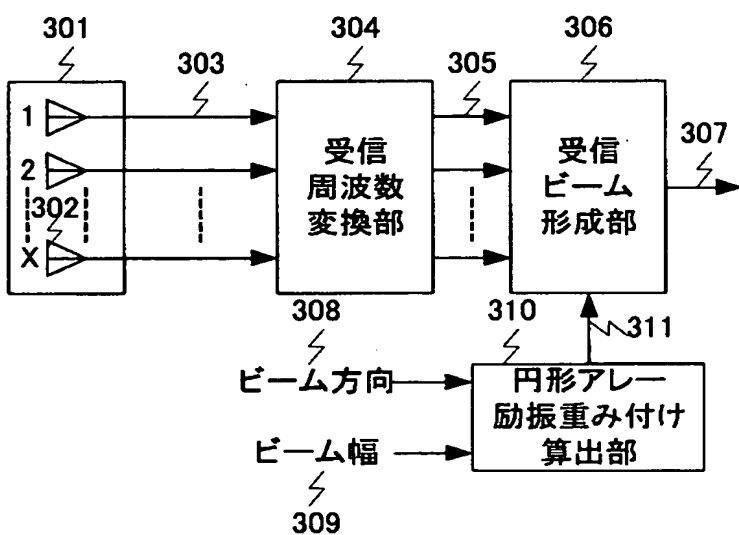
【図 5】



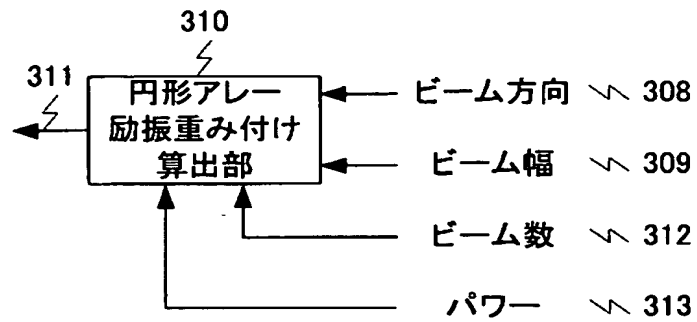
【図 6】



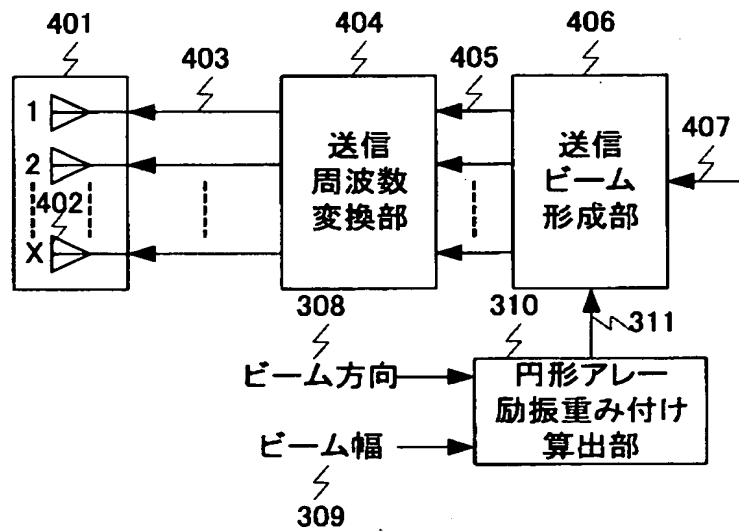
【図 7】



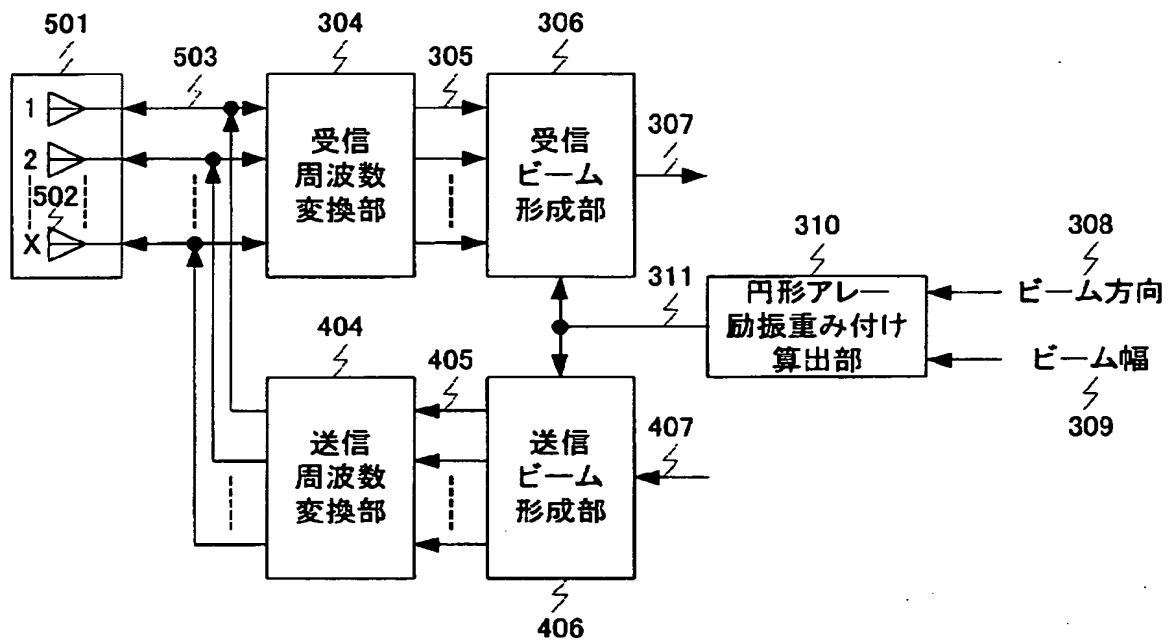
【図 8】



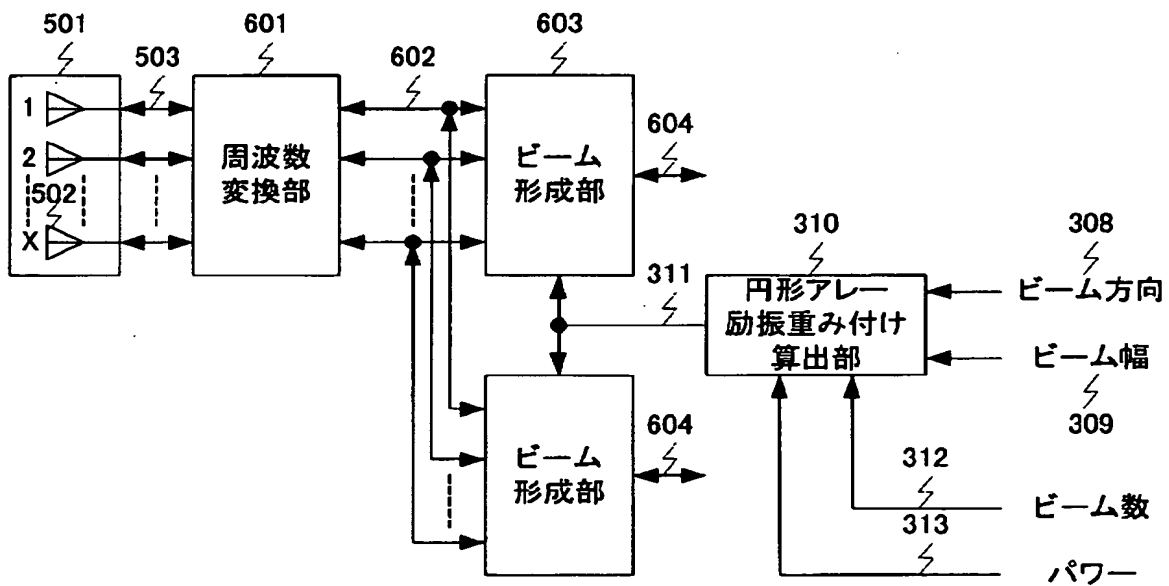
【図 9】



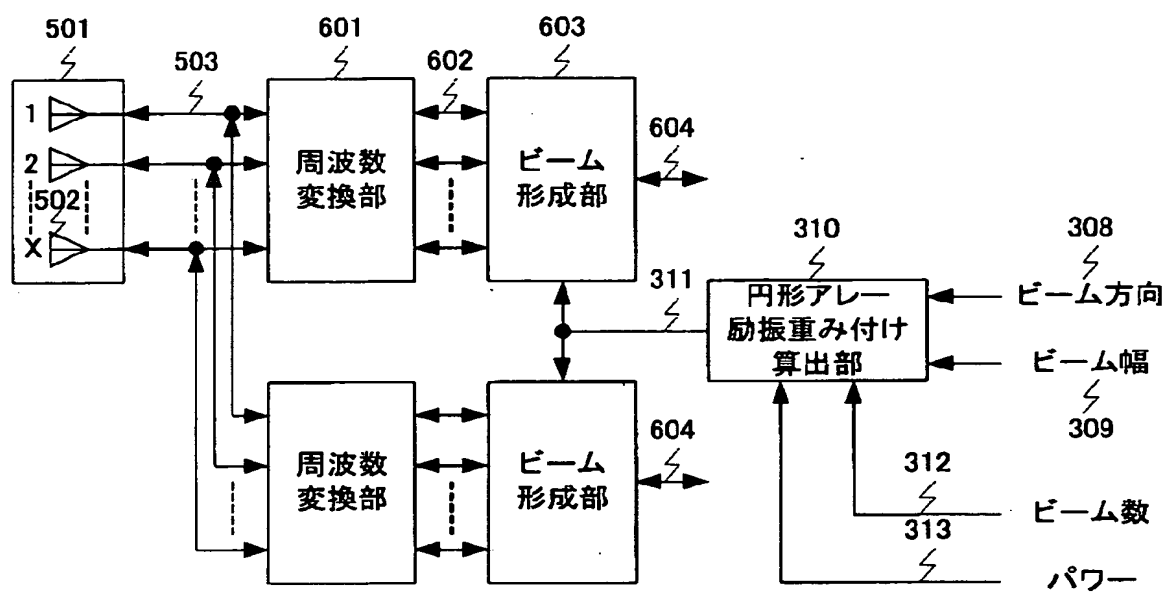
【図 1 0】



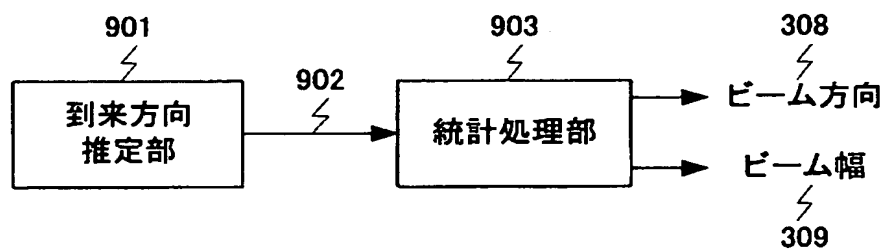
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基地局のセクタアンテナはセクタビームが固定であるが、近年の移動体通信利用者数の増大に伴い周波数有効利用の観点から、固定よりも適応制御したほうが利用効率は上がる。

【解決手段】 受信アレーアンテナ 3 0 1 は、円形状に配置された複数個の受信アンテナ素子 3 0 2 で構成されている。円形アレー励振重み付け算出部 3 1 0 は、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望のアンテナパターンを形成する円形アレー励振重み付け 3 1 1 を算出し、各前記受信アンテナ素子 3 0 2 で受信される信号の励振重み付けを決定する。これにより、任意のビーム方向とビーム幅によって定義される所望の受信アンテナパターンを得ることができるので、トラフィック環境に合わせてビームが可変であるアレーアンテナを構成することができる。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社